



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 17 661 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 R 29/08**

⑳ Aktenzeichen: 199 17 661.2  
㉔ Anmeldetag: 19. 4. 99  
㉕ Offenlegungstag: 28. 10. 99

DE 199 17 661 A 1

③① Unionspriorität:  
107719/98 17. 04. 98 JP

⑦① Anmelder:  
Advantest Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Luderschmidt, Schüler & Partner, 65189 Wiesbaden

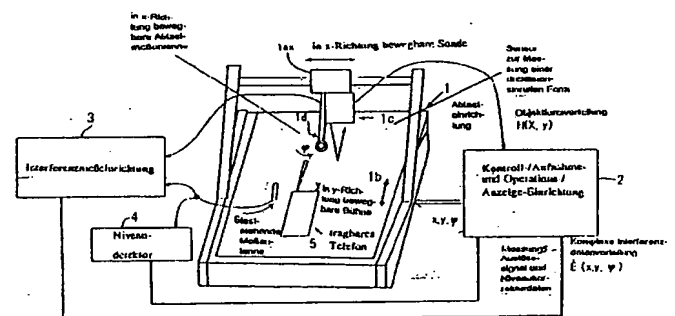
⑦② Erfinder:  
Kitayoshi, Hitoshi, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Visualisieren von Funkwellen

⑤⑦ Eine Objektformverteilung einer zu untersuchenden Kommunikationseinheit 5 mit integrierter Antenne 5a mit einem Sensor 1c zur Messung einer dreidimensionalen Form wird gemessen und aufgenommen und eine Abtastverteilung von komplexen Interferenzdaten zwischen einem mit einer Abtastmeßantenne 1d zur Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer elektromagnetischen Welle ermittelten Signal und einem mit einer feststehenden Meßantenne 6, deren relative Anordnung zum Meßobjekt sich nicht ändert, ermittelten Signal als eine zweidimensionale Verteilung eines elektrischen Feldes oder als eine zweidimensionale Verteilung eines magnetischen Feldes wird gemessen und aufgenommen, basierend auf einer Bewegung mit einer vorherbestimmten Schrittweite als minimale Bewegungseinheit. Die Objektformverteilung und die zweidimensionale Verteilung des elektrischen Feldes oder die zweidimensionale Verteilung des magnetischen Feldes werden in überlagertem Zustand auf einem Bildschirm angezeigt. Ein Linienbereich und ein Flächenbereich der Kommunikationseinheit 5 mit integrierter Antenne 5a werden für den Bildschirm beschrieben. Eine komplexe Stromverteilung des beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches wird aus der Objektformverteilung und der zweidimensionalen Verteilung des elektrischen Feldes oder der zweidimensionalen Verteilung des magnetischen Feldes hergeleitet. Die Richtfähigkeit wird aus der Objektformverteilung und der komplexen Stromverteilung des Linienbereiches ...



DE 199 17 661 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen und ein Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit einer elektromagnetischen Welle unter Verwendung derselben.

Im allgemeinen wird eine von einer Antenne ausgestrahlte elektromagnetische Welle oder eine von einem Gerät unmittelbar ausgestrahlte elektromagnetische Welle bezüglich ihrer Energie und Richtfähigkeit mit einem Verfahren untersucht, bei dem das zu untersuchende Gerät in einem großen RI<sup>2</sup>-Absorber-Meßraum untergebracht wird und eine vom Gerät ausgehende elektromagnetische Welle an einer ausreichend entfernten Position empfangen und überwacht wird. Der Grund für die Verwendung des RI<sup>2</sup>-Absorber-Meßraumes ist, das Eindringen einer elektromagnetischen Welle von außen und Auswirkungen einer reflektierten Welle auf die Messung zu verhindern. Die Messung wird an einer ausreichend entfernten Position durchgeführt, um eine Messung der abgestrahlten elektromagnetischen Welle in einem Fernfeld vornehmen zu können, und außerdem werden Fehler vermieden, die durch eine veränderte Empfindlichkeit aufgrund einer Auswirkung des zu untersuchenden Gerätes auf eine Empfangsantenne hervorgerufen werden.

Dieses Verfahren ist jedoch mit einer sehr großen Meßeinrichtung verbunden (z. B. mit einer Größe von 10 m × 10 m × 10 m). Deshalb wurde ein Nahfeld-Meßverfahren (Tasaku Teshirogi: "Measurement in Neighborhood Field for Antenna", Shingakusi, vol. 62, no. 10, pp. 1145-1153, Oct. 1979) als Verfahren zur Auswertung einer Antenne entwickelt. Das Nahfeld-Meßverfahren umfaßt: (a) Ebenenabtastung; (b) zylindrische Ebenenabtastung; und (c) sphärische Abtastung. Bei den Verfahren (b) und (c) stellt sich das große Problem der genauen Messung des Umfangs eines zu untersuchenden Gerätes und erfordern eine große Menge an Operationen, die für die Korrektur einer Meßantenne und für die Konvertierung eines Nahfeldes in ein distales Feld benötigt werden, so daß diese Verfahren in der Praxis weitgehend nicht zum Einsatz kamen. Somit wurde im allgemeinen das Verfahren (a) angewandt.

Jedoch hat das obengenannte konventionelle Verfahren (a) der Ebenenabtastung den Nachteil, daß es nur für eine Antenne mit relativ enger Richtfähigkeit, wie bei einem Aperturstrahler, angewandt werden kann. Der Grund hierfür ist, daß das Verfahren eine Konvertierung des Nahfeldes in das distale Feld unter der Annahme durchführt, daß eine Quelle der elektromagnetischen Welle planar ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen zu schaffen, die geeignet ist, die Strahlungsrichtfähigkeit von einer Antenne mit relativ weiter Richtfähigkeit oder von einer Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne zu bewerten, und ein Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit einer elektromagnetischen Welle anzugeben.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Die Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen umfaßt eine Abtasteinrichtung, die in x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung und in eine Rotationsrichtung bewegt werden kann; eine feststehende Meßantenne, deren relative Anordnung zum Meßobjekt sich nicht ändert; eine Kontroll-/Aufnahme- und Operations-/Anzeige-Einrichtung; eine Interferenzmeßeinrichtung; und einen Niveaudetektor. Die Abtasteinrichtung weist einen Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form und eine daran angebrachte Abtastmeßantenne zur Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer elektromagnetischen Welle auf.

Ein Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit einer elektromagnetischen Welle mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen weist folgende Verfahrensschritte auf: Messen und Aufnehmen einer Objektformverteilung einer zu untersuchenden Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne mit einem Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form und Messen und Aufnehmen einer Abtastverteilung von komplexen Interferenzdaten zwischen einem mit einer Abtastmeßantenne zur Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer elektromagnetischen Welle ermittelten Signal und einem mit einer feststehenden Meßantenne, deren relative Anordnung zum Meßobjekt sich nicht ändert, ermittelten Signal als eine zweidimensionale Verteilung eines elektrischen Feldes oder als eine zweidimensionale Verteilung eines magnetischen Feldes, basierend auf einer Bewegung mit einer vorherbestimmten Schrittweite als minimale Bewegungseinheit; Anzeigen der Objektformverteilung und der zweidimensionalen Verteilung des elektrischen Feldes oder der zweidimensionalen Verteilung des magnetischen Feldes in überlagertem Zustand auf einem Bildschirm; Beschreibung eines Linienbereiches und eines Flächenbereiches der Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne für den Bildschirm; Herleiten einer komplexen Stromverteilung des beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches aus der Objektformverteilung und der zweidimensionalen Verteilung des elektrischen Feldes oder der zweidimensionalen Verteilung des magnetischen Feldes; Herleiten der Richtfähigkeit aus der Objektformverteilung und der komplexen Stromverteilung des Linienbereiches oder des Flächenbereiches; und Anzeigen der hergeleiteten Richtfähigkeit.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schritt des Herleitens einer komplexen Stromverteilung des beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches aus der Objektformverteilung und der zweidimensionalen Verteilung des elektrischen Feldes oder der zweidimensionalen Verteilung des magnetischen Feldes die Durchführung einer vorherbestimmten Gewichtung des beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches.

Eine Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Abtasteinrichtung, die in x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung und in eine Rotationsrichtung bewegt werden kann; eine Kontroll-/Aufnahme- und Operations-/Anzeige-Einheit; und eine Netzwerk-Analysiereinrichtung. Die Abtasteinrichtung weist einen Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form und eine daran angebrachte Abtastmeßantenne zur Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer elektromagnetischen Welle auf.

Ein Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit einer elektromagnetischen Welle mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen weist folgende Verfahrensschritte auf: Messen und Aufnehmen einer Objektformverteilung einer zu untersuchenden Antenne mit einem Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form und Messen und Aufnehmen einer komplexen Übertragungscharakteristik, die eine zweidimensionale Verteilung eines elektrischen Feldes oder eine zweidimensionale Verteilung eines magnetischen Feldes umfaßt, durch Hinzufügen eines RF-Ausgangssignales einer Netzwerk-Analysiereinrichtung zu einer zu untersuchenden Antenne, Empfangen einer von der Antenne abgestrahlten elektromagnetischen Welle mit einer Abtastmeßantenne, die eine

zweidimensionale Verteilung einer elektromagnetischen Welle mißt und Einspeisen eines RF-Eingangssignals der elektromagnetischen Welle in die Netzwerk-Analysiereinrichtung, basierend auf einer Bewegung mit einer vorherbestimmten Schrittweite als minimale Bewegungseinheit; Anzeigen der Objektformverteilung und der komplexen Übertragungscharakteristik in überlagertem Zustand auf einem Bildschirm; Beschreiben eines Linienbereiches der Antenne für den Bildschirm; Herleiten einer komplexen Stromverteilung des beschriebenen Linienbereiches aus der Objektformverteilung und der komplexen Übertragungscharakteristik; Herleiten der Richtung aus der Objektformverteilung und der komplexen Stromverteilung des Linienbereiches; und Anzeigen der hergeleiteten Richtfähigkeit.

Folglich kann die Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen und das Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit elektromagnetischer Wellen mit der Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden, um ein extremes Nahfeld mit Ebenenabtastrung und die Form eines zu untersuchenden Gerätes zu messen, wodurch ein korrektes Messen der Strahlungsrichtfähigkeit von einer Antenne mit relativ weiter Richtfähigkeit oder von einer Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne möglich ist.

Darüber hinaus kann eine elektromagnetische Welle in einer Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne, wie beispielsweise ein tragbares Telefon, das zuvor nicht ausgewertet werden konnte, durch Einsatz einer sehr kompakten Meßeinrichtung ausgewertet werden, ohne große Meßeinrichtungen, wie beispielsweise einen RF-Absorber-Meßraum, einzusetzen.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische, perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen als erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ein Ablaufplan für die Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 ein Diagramm, das eine Objektformverteilung eines tragbaren Telefons und eine komplexe Interferenzdatenverteilung anzeigt, die sich als zweidimensionale Feldverteilung in überlagertem Zustand darstellt,

Fig. 4 ein Diagramm, das eine Objektformverteilung des tragbaren Telefons und eine komplexe Interferenzdatenverteilung anzeigt, die sich als zweidimensionale Feldverteilung in überlagertem Zustand darstellt,

Fig. 5 ein Diagramm zum Beschreiben eines Linienbereiches (z. B. ein linearer Teil der Antenne des tragbaren Telefons) und eines Flächenbereiches (z. B. ein Gehäuseteil des tragbaren Telefons) für einen Bildschirm,

Fig. 6 ein Diagramm zum Beschreiben nur des Linienbereiches (z. B. der lineare Teil der Antenne des tragbaren Telefons) für den Bildschirm,

Fig. 7 ein Diagramm zum Beschreiben nur des Flächenbereiches (z. B. das Gehäuseteil des tragbaren Telefons) für den Bildschirm,

Fig. 8 ein Diagramm, das ein Radar-Kurvenblatt der Strahlungsrichtfähigkeit zeigt, wenn der Linienbereich (z. B. der lineare Teil der Antenne des tragbaren Telefons) und der Flächenbereich (z. B. das Gehäuseteil des tragbaren Telefons) für den Bildschirm beschrieben sind,

Fig. 9 ein Diagramm, das ein Radar-Kurvenblatt der Strahlungsrichtfähigkeit zeigt, wenn nur der Linienbereich (z. B. der lineare Teil der Antenne des tragbaren Telefons) für den Bildschirm beschrieben ist,

Fig. 10 ein Diagramm, das ein Radar-Kurvenblatt der Strahlungsrichtfähigkeit zeigt wenn nur der Flächenbereich (z. B. das Gehäuseteil des tragbaren Telefons) für den Bildschirm beschrieben ist,

Fig. 11 ein Diagramm, das eine Flächenverteilung einer horizontalen Komponente in einem elektrischen Feld bei einer Reproduktionshöhe von  $z = 60$  cm zeigt, hergeleitet aus einer Feldverteilung, die in einer Höhe  $h = 1,5$  cm der in x-Richtung bewegbaren Abtastmeßantenne gemessen wurde,

Fig. 12 ein Diagramm, das eine Flächenverteilung einer vertikalen Komponente in einem elektrischen Feld bei einer Reproduktionshöhe von  $z = 60$  cm zeigt hergeleitet aus einer Feldverteilung, die in einer Höhe  $h = 1,5$  cm der in x-Richtung bewegbaren Abtastmeßantenne gemessen wurde und

Fig. 13 eine schematische, perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen als zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine schematische, perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen als erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine Abtasteinrichtung 1 mit einer in x-Richtung bewegbaren Sonde 1a und einer in y-Richtung bewegbaren Bühne 1b; eine Kontroll-/Aufnahme- und Operations-/Anzeige-Einrichtung 2; eine Interferenzmeßeinrichtung 3; und einen Niveaudetektor 4 auf. Ein Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form 1c, wie beispielsweise ein Laserverschiebungsmesser, und eine in x-Richtung bewegbare Abtastmeßantenne 1d sind an der in x-Richtung bewegbaren Sonde 1a angebracht.

Die in x-Richtung bewegbare Abtastmeßantenne 1d ist in  $\Phi$ -Richtung drehbar. Als Interferenzmeßeinrichtung 3 kann eine Vorrichtung eingesetzt werden, die in der japanischen Offenlegungsschrift No. 9-133721 offenbart ist.

Im folgenden wird die Funktionsweise der Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Zuerst wird die zu untersuchende Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne, wie beispielsweise ein tragbares Telefon, auf der in y-Richtung bewegbaren Bühne 1b fest angebracht.

Als nächstes wird eine feststehende Meßantenne in einer Position auf der in y-Richtung bewegbaren Bühne 1b derart angebracht, daß die relative Anordnung zu dem zu untersuchenden tragbaren Telefon 5 nicht verändert wird.

Danach wird die in x-Richtung bewegbare Abtastmeßantenne 1d benutzt, um eine komplexe Interferenzdatenverteilung zu messen, die eine zweidimensionale Feldverteilung (Verteilung eines elektrischen oder magnetischen Feldes) des zu untersuchenden tragbaren Telefons darstellt. Da die Feldverteilung eine Richtfähigkeit (Bündelung) besitzt, ist es notwendig, die Feldverteilung getrennt in zwei Richtungen von  $\Phi = 0^\circ$  bzw.  $\Phi = 90^\circ$  zu messen, wie es durch die folgende Gleichung ausgedrückt wird:

$\dot{E}(x,y,\Phi = 0^\circ)$  und  $\dot{E}(x,y,\Phi = 90^\circ)$ .

Bei der Messung der Feldverteilung, während eine Übertragungs-Stromversorgung über die Zeit ein- und ausgeschaltet wird, wie in einem TDMA-Modus o. ä., wird der Niveaudetektor 4 zur Synchronisation mit einer Meßzeit benutzt. Wenn eine durchschnittliche Niveauschwankung auftritt, wird eine Amplitude der komplexen Interferenzdaten mit einem Ausgangswert des Niveaudetektors 4 korrigiert.

Gleichzeitig mit oder zeitlich getrennt von der obengenannten Messung der Feldverteilung wird die Objektformverteilung  $H(x,y)$  des zu untersuchenden tragbaren Telefons unter Verwendung von einem Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form 1c, wie beispielsweise ein Laserverschiebungsmesser, gemessen.

Im folgenden wird ein Ablaufplan für die Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben.

Zuerst werden die in x-Richtung bewegbare Sonde 1a und die in y-Richtung bewegbare Bühne 1b mit dxy-Schritten als minimale Bewegungseinheit bewegt, wobei die Objektformverteilung  $H(x,y)$  des zu untersuchenden tragbaren Telefons 5 und die komplexe Interferenzdatenverteilung, die eine zweidimensionale Verteilung darstellt, gemessen und aufgenommen wird (S1), wie sich aus der folgenden Gleichung ergibt:

$\dot{E}(x,y,\Phi = 0^\circ)$  und  $\dot{E}(x,y,\Phi = 90^\circ)$ .

Als nächstes werden die obengenannte Objektformverteilung  $H(x,y)$  und die komplexe Interferenzdatenverteilung, ausgedrückt durch die folgende Gleichung, eingeblendet und angezeigt (S2) (Fig. 3 und Fig. 4):

$\dot{E}(x,y,\Phi = 0^\circ)$  und  $\dot{E}(x,y,\Phi = 90^\circ)$ .

Für die Fig. 3 und 4 gelten folgende Parameter:

minimale Bewegungseinheit:  $dxy = 3.9 \text{ mm}$

Meßbereich:  $25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$

Meßfrequenz:  $f = 2 \text{ GHz}$

Wellenlänge der untersuchten Funkwelle:  $\lambda = 15 \text{ cm}$

Höhe der in x-Richtung bewegbaren Abtastmeßantenne:  $h = 1.5 \text{ cm}$ .

Als nächstes wird ein Linienbereich (z. B. ein linearer Teil der Antenne 5a des tragbaren Telefons 5) und ein Flächenbereich (z. B. ein Gehäuseteil 5b des tragbaren Telefons 5) für einen Bildschirm beschrieben (S3) (Fig. 5 bis Fig. 7).

Danach wird eine komplexe Stromverteilung des obengenannten beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches, ausgedrückt durch

$\dot{I}(x,y,\Phi)$ ,

aus der Objektformverteilung  $H(x,y)$  und der komplexen Interferenzdatenverteilung, ausgedrückt durch

$\dot{E}(x,y,\Phi)$ ,

hergeleitet.

Unter der Annahme, daß die Höhe der in x-Richtung bewegbaren Abtastmeßantenne  $h$  und die Empfindlichkeit der Abtastmeßantenne bei der Meßfrequenz  $g(f)$  ist, kann z. B. folgende Operation durchgeführt werden.

Im Linienbereich wird folgende Operation durchgeführt:

$$\dot{I}(x,y,\Phi) \cong \dot{E}(x,y,\Phi) \cdot d_{xy} \cdot (h - H(x,y))^2 / g(f) \quad (1).$$

Im Flächenbereich wird folgende Operation durchgeführt:

$$\dot{I}(x,y,\Phi) \cong \dot{E}(x,y,\Phi) \cdot (d_{xy})^2 \cdot (h - H(x,y)) / g(f) \quad (2).$$

In einem anderen Bereich als dem obengenannten Linienbereich und Flächenbereich wird folgendes angenommen:

$\dot{I}(x,y,\Phi) = 0$ .

In der obengenannten Gleichung (1) stellt  $d_{xy} \cdot (h - H(x,y))^2$  die Gewichtung für den Linienbereich dar. In der obengenannten Gleichung (2) stellt  $(d_{xy})^2 \cdot (h - H(x,y))$  die Gewichtung für den Flächenbereich dar.

Als nächstes wird die Richtfähigkeit aus der Objektformverteilung  $H(x,y)$  und der komplexen Stromverteilung des Linienbereiches oder des Flächenbereiches, ausgedrückt durch

$\dot{I}(x,y,\Phi)$

hergeleitet (S5).

Zum Beispiel kann die folgende Richtfähigkeit unter der Annahme, daß  $\lambda$  eine Wellenlänge der untersuchten Funkwelle ist, hergeleitet werden.

Richtfähigkeit einer horizontalen Komponente in einer horizontalen Ebene:

$$\dot{G}_{HH(\theta)} \equiv \left( \sum_x \sum_y \dot{I}_{(x,y,\phi=0^\circ)} \cdot e^{j2\pi(-x \cdot \sin\theta + H(x,y) \cdot \cos\theta)/\lambda} \right) \cdot \cos\theta$$

Richtfähigkeit einer vertikalen Komponente in der horizontalen Ebene:

5

$$\dot{G}_{HV(\theta)} \equiv \left( \sum_x \sum_y \dot{I}_{(x,y,\phi=0^\circ)} \cdot e^{j2\pi(-x \cdot \sin\theta + H(x,y) \cdot \cos\theta)/\lambda} \right)$$

Richtfähigkeit einer horizontalen Komponente in einer vertikalen Ebene:

10

$$\dot{G}_{VH(\theta)} \equiv \left( \sum_x \sum_y \dot{I}_{(x,y,\phi=0^\circ)} \cdot e^{j2\pi(\gamma \cdot \sin\theta + H(x,y) \cdot \cos\theta)/\lambda} \right)$$

Richtfähigkeit einer vertikalen Komponente in der vertikalen Ebene:

15

$$\dot{G}_{VV(\theta)} \equiv \left( \sum_x \sum_y \dot{I}_{(x,y,\phi=0^\circ)} \cdot e^{j2\pi(-x \cdot \sin\theta + H(x,y) \cdot \cos\theta)/\lambda} \right) \cdot \cos\theta$$

Als nächstes wird die obengenannte hergeleitete Richtfähigkeit für jede Komponente, ausgedrückt durch

20

$$|\dot{G}_{HH(\theta)}|, |\dot{G}_{HV(\theta)}|, |\dot{G}_{VH(\theta)}| \text{ und } |\dot{G}_{VV(\theta)}|,$$

angezeigt (S6) (Fig. 8 bis Fig. 10).

25

Danach kehrt die Prozedur zu S3 zurück (S7), und eine Simulation für eine andere Kombination einer Linie und einer Fläche wird durchgeführt, z. B. wenn kein Gehäusestrom vorliegt.

Es sei angemerkt, daß die Gleichungen (1), (2) zur Herleitung der komplexen Stromverteilung des Linienbereiches und des Flächenbereiches bei S4, ausgedrückt durch

30

$$\dot{I}(x,y,\Phi),$$

aus der Objektformverteilung  $H(x,y)$  und der komplexen Interferenzdatenverteilung, ausgedrückt durch

$$\dot{E}(x,y,\Phi),$$

35

Näherungsgleichungen sind, deren Genauigkeit in der folgenden Weise erhöht werden kann.

Zwischen einer angenommenen Stromverteilung in einem beliebigen Bereich, ausgedrückt durch

$$[\dot{I}_n],$$

40

und einer Spannungsverteilung, ausgedrückt durch

$$[V_n],$$

45

gilt folgende Gleichung:

$$[\dot{Z}_{mn}][\dot{I}_n] = [V_m],$$

wobei

50

$$[\dot{Z}_{mn}]$$

eine gegenseitige Impedanz zwischen getrennten Stromsegmenten (Meßantenne oder zu untersuchendes Objekt) und einer Selbstimpedanz-Matrix repräsentiert.

55

$$[\dot{Z}_{mn}]$$

kann durch eine analytische oder numerische Integration hergeleitet werden (bekannte Verfahren: R. F. Harrington, "Field Computation by Moment Methods", IEEE Press, 1993). Somit ist es auch möglich, einen korrekten komplexen Proportionalitätsfaktor zwischen dem angenommenen Stromverteilungsbereich und der Meßantenne herzuleiten und zu benutzen.

60

Während S5 einen Fall zeigt, in dem eine spezielle Richtfähigkeit hergeleitet wird, kann die Richtfähigkeit für eine beliebige Richtung, ausgedrückt durch

65

F

hergeleitet werden.

Die Verteilung eines in einem beliebigen Bereich V fließenden Stromes ist ausgedrückt durch

$$\vec{I}(p)$$

5 und die Richtfähigkeit mit dem Strom kann für einen Einheits-Richtungsvektor, ausgedrückt durch

$$\vec{F},$$

hergeleitet werden, indem die effektive Vektorlänge

10

$$l_e$$

mit der folgenden Gleichung benutzt wird:

$$15 \quad l_e(F) = FX \left( \int_V i(p) e^{j2\pi p F/\lambda} dv \right) XF$$

$$E_{(F)} = -(l_2 Z_0 c^{-jhr}) (4\pi r)^{-1} l_{e(F)}$$

20 Es gilt:  $k = 2\pi/\lambda$ ,  $Z_0 = 120\pi$ ,  $r = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$  und

$$F^2 = r \cdot F.$$

25 **Fig. 11** zeigt eine Flächenverteilung einer horizontalen Komponente in einem elektrischen Feld bei einer Reproduktionshöhe von  $z = 60$  cm, hergeleitet aus einer Feldverteilung, die in einer Höhe  $h = 1,5$  cm der in x-Richtung bewegbaren Abtastmeßantenne gemessen wurde.

**Fig. 12** zeigt eine Flächenverteilung einer vertikalen Komponente in einem elektrischen Feld bei einer Reproduktionshöhe von  $z = 60$  cm, hergeleitet aus einer Feldverteilung, die in einer Höhe  $h = 1,5$  cm der in x-Richtung bewegbaren Abtastmeßantenne gemessen wurde.

30 Obwohl in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Abtasteinrichtung 1 mit in x-Richtung bewegbarer Sonde und in y-Richtung bewegbarer Bühne 1b zum Einsatz kommt, so kann die vorliegende Erfindung mit jeder anderen Abtasteinrichtung versehen sein, so lange diese in x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung und eine Rotationsrichtung bewegbar ist.

35 **Fig. 13** zeigt eine schematische, perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen als zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine Abtasteinrichtung 1 mit einer in x-Richtung bewegbaren Sonde 1a und einer in y-Richtung bewegbaren Bühne 1b, eine Kontroll-/Aufnahme- und Operations-/Anzeige-Einrichtung 2 und eine Netzwerk-Analysiereinrichtung 7 auf. Ein Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form 1c, wie beispielsweise ein Laserverschiebungsmesser, und eine in x-Richtung bewegbare Abtastmeßantenne 1d sind an der

40 in x-Richtung bewegbaren Sonde 1a angebracht.

Wenn ein zu untersuchendes Objekt mit einem externen Eingang arbeitet, kann die Netzwerk-Analysiereinrichtung o. ä. zur Messung einer komplexen Übertragungscharakteristik, ausgedrückt durch

$$\vec{E}(x, y, \Phi),$$

45

herangezogen werden, wie z. B. die in **Fig. 13** gezeigte Antenne.

Obwohl in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Abtasteinrichtung 1 mit in x-Richtung bewegbarer Sonde und in y-Richtung bewegbarer Bühne 1b zum Einsatz kommt, so kann die vorliegende Erfindung mit jeder anderen Abtasteinrichtung versehen sein, so lange diese in x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung und eine Rotationsrichtung bewegbar ist.

50 Wie oben beschrieben, hat die vorliegende Erfindung folgende Vorteile.

Ein erster Vorteil besteht darin, daß die Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen und das Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit elektromagnetischer Wellen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen eingesetzt werden kann, um ein extremes Nahfeld mit Ebenenabtastung und die Form eines zu untersuchenden Gerätes zu messen, wodurch ein korrektes Messen der Strahlungsrichtfähigkeit einer Antenne mit relativ weiter Richtfähigkeit oder einer Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne möglich ist.

Ein zweiter Vorteil besteht darin, daß eine elektromagnetische Welle in einer Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne, wie beispielsweise ein tragbares Telefon, die zuvor nicht ausgewertet werden konnte, durch Einsatz einer sehr kompakten Meßeinrichtung ausgewertet werden kann, ohne große Meßeinrichtungen, wie beispielsweise einen RF-Ab-

60 sorber-Meßraum, einzusetzen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen aufweisend eine Abtasteinrichtung (1), die in x-, y- und z-Richtung sowie in einer Rotationsrichtung bewegbar ist;
- 65 eine feststehende Meßantenne (6), deren relative Anordnung zum Meßobjekt sich nicht ändert;
- eine Kontroll-/Aufnahme- und Operations-/Anzeige-Einrichtung (2);
- eine Interferenzmeßeinrichtung (3); und
- einen Niveaudetektor (4).

wobei die Abtasteinrichtung (1) einen Sensor (1c) zur Messung einer dreidimensionalen Form und eine Abtastmeßantenne (1d) zur Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer elektromagnetischen Welle aufweist.

2. Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit einer elektromagnetischen Welle mit einer Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist: Messen und Aufnehmen einer Objektformverteilung einer zu untersuchenden Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne mit einem Sensor (1c) zur Messung einer dreidimensionalen Form und Messen und Aufnehmen einer Abtastverteilung von komplexen Interferenzdaten zwischen einem mit einer Abtastmeßantenne (1d) zur Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer elektromagnetischen Welle ermittelten Signal und einem mit einer feststehenden Meßantenne (6), deren relative Anordnung zum Meßobjekt sich nicht ändert, ermittelten Signal als eine zweidimensionale Verteilung eines elektrischen Feldes oder als eine zweidimensionale Verteilung eines magnetischen Feldes, basierend auf einer Bewegung mit einer vorherbestimmten Schrittweite als minimale Bewegungseinheit; (S1)

Anzeigen der Objektformverteilung und der zweidimensionalen Verteilung des elektrischen Feldes oder der zweidimensionalen Verteilung des magnetischen Feldes in überlagertem Zustand auf einem Bildschirm; (S2)

Beschreiben eines Linienbereiches und eines Flächenbereiches der Kommunikationseinheit mit integrierter Antenne für den Bildschirm; (S3)

Herleiten einer komplexen Stromverteilung des beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches aus der Objektformverteilung und der zweidimensionalen Verteilung des elektrischen Feldes oder der zweidimensionalen Verteilung des magnetischen Feldes; (S4)

Herleiten der Richtfähigkeit aus der Objektformverteilung und der komplexen Stromverteilung des Linienbereiches oder des Flächenbereiches; (S5) und

Anzeigen der hergeleiteten Richtfähigkeit (S6).

3. Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit einer elektromagnetischen Welle mit einer Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen nach Anspruch 2, wobei der Schritt (S4) des Herleitens einer komplexen Stromverteilung des beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches aus der Objektformverteilung und der zweidimensionalen Verteilung des elektrischen Feldes oder der zweidimensionalen Verteilung des magnetischen Feldes die Durchführung einer vorherbestimmten Gewichtung des beschriebenen Linienbereiches und des Flächenbereiches umfaßt.

4. Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen aufweisend:

eine Abtasteinrichtung (1), die in x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung und in einer Rotationsrichtung bewegbar ist; eine Kontroll-/Aufnahme- und Operations-/Anzeige-Einrichtung (2); und

eine Netzwerk-Analysiereinrichtung (7),

wobei die Abtasteinrichtung (1) einen Sensor (1c) zur Messung einer dreidimensionalen Form und eine Abtastmeßantenne (1d) zur Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer elektromagnetischen Welle aufweist.

5. Verfahren zur Auswertung und Messung der Strahlungsrichtfähigkeit einer elektromagnetischen Welle mit einer Vorrichtung zur Messung elektromagnetischer Wellen, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist: Messen und Aufnehmen einer Objektformverteilung einer zu untersuchenden Antenne mit einem Sensor zur Messung einer dreidimensionalen Form und Messen und Aufnehmen einer komplexen Übertragungscharakteristik, die eine zweidimensionale Verteilung eines elektrischen Feldes oder eine zweidimensionale Verteilung eines magnetischen Feldes darstellt, durch Hinzufügen eines RF-Ausgangssignales einer Netzwerk-Analysiereinrichtung zu einer zu untersuchenden Antenne, Empfangen einer von der Antenne abgestrahlten elektromagnetischen Welle mit einer Abtastmeßantenne, die eine zweidimensionale Verteilung einer elektromagnetischen Welle mißt und Einspeisen eines RF-Eingangssignales der elektromagnetischen Welle in die Netzwerk-Analysiereinrichtung, basierend auf einer Bewegung mit einer vorherbestimmten Schrittweite als minimale Bewegungseinheit;

Anzeigen der Objektformverteilung und der komplexen Übertragungscharakteristik in überlagertem Zustand auf einem Bildschirm;

Beschreiben eines Linienbereiches der Antenne für den Bildschirm;

Herleiten einer komplexen Stromverteilung des beschriebenen Linienbereiches aus der Objektformverteilung und der komplexen Übertragungscharakteristik;

Herleiten der Richtfähigkeit aus der Objektformverteilung und der komplexen Stromverteilung des Linienbereiches; und

Anzeigen der hergeleiteten Richtfähigkeit.

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

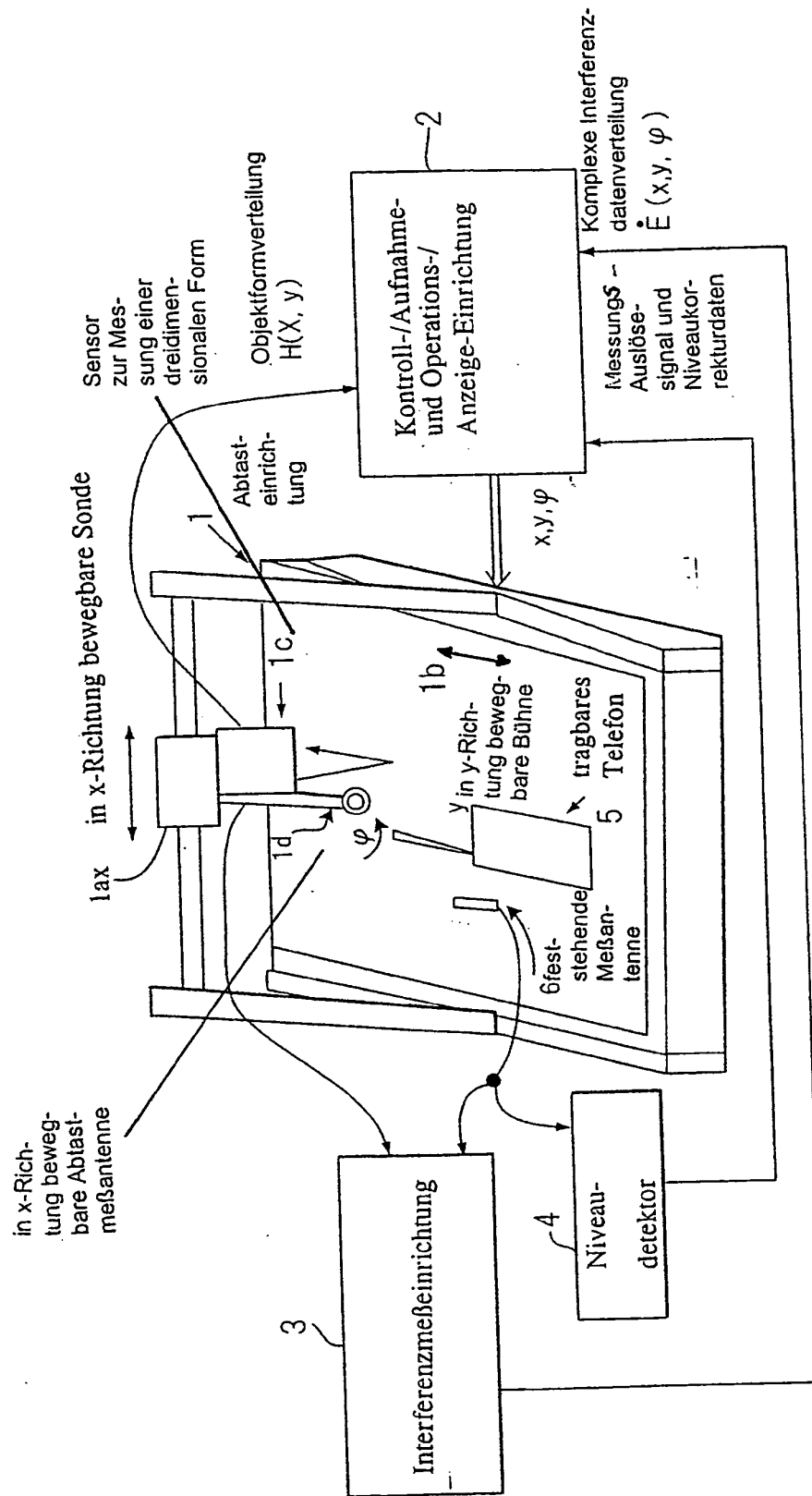




FIG. 2

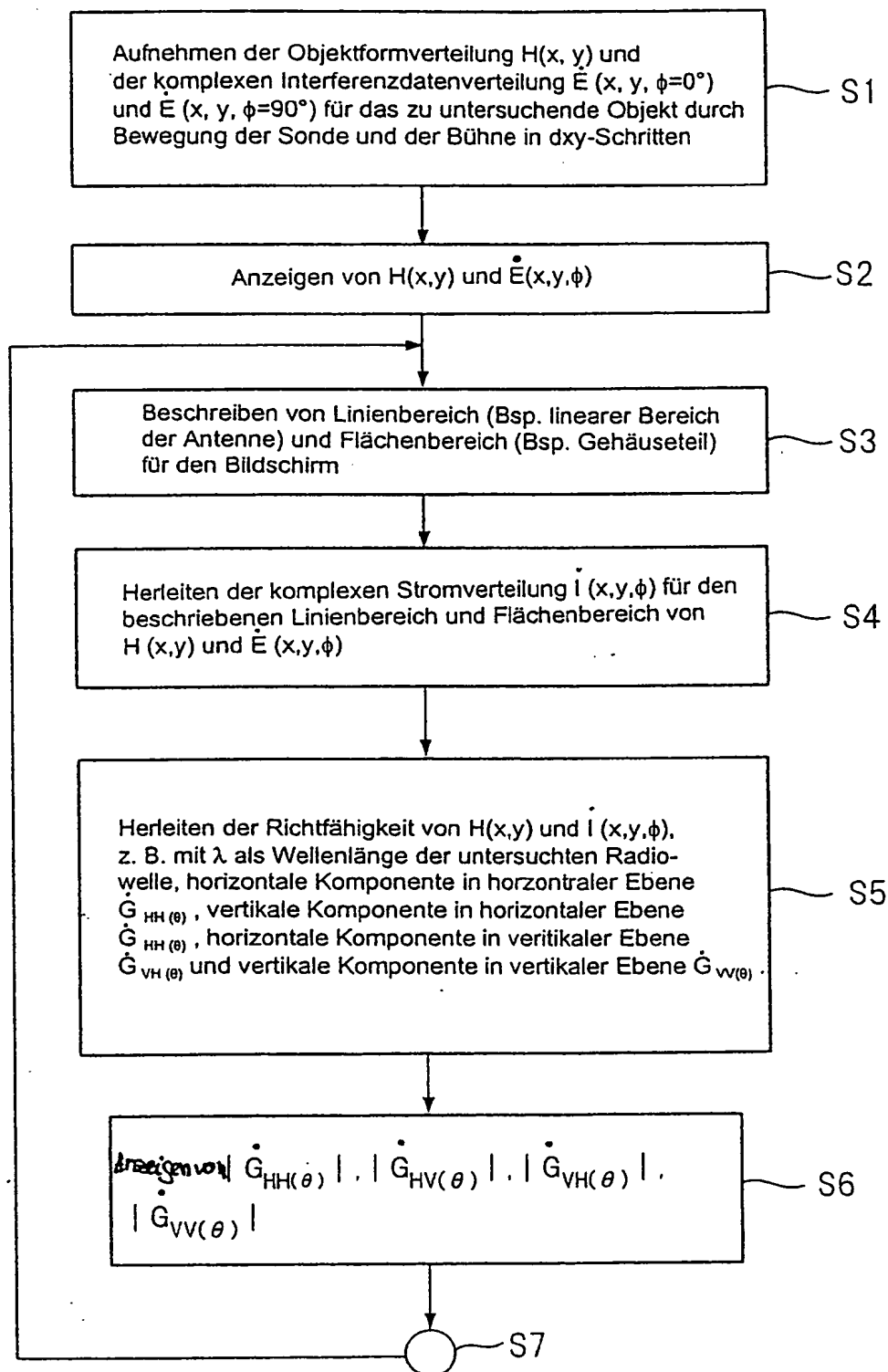
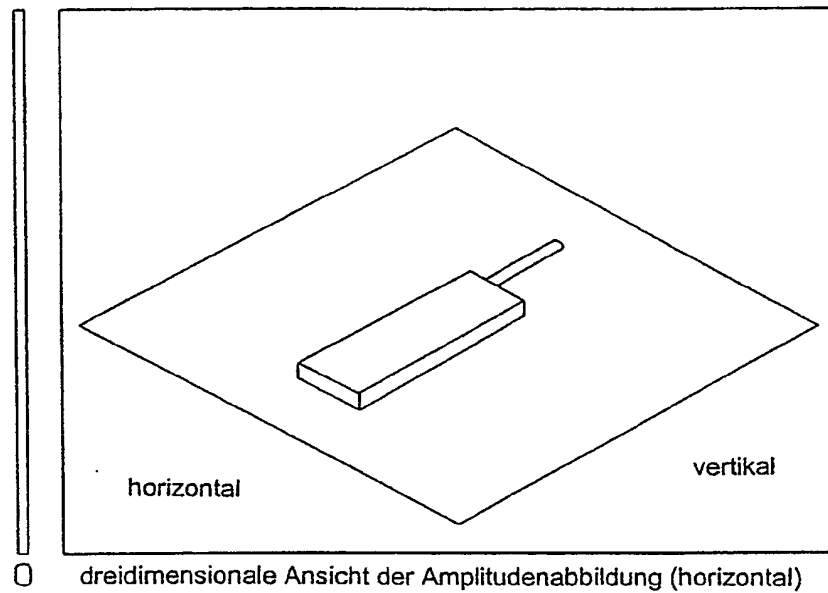


FIG. 3

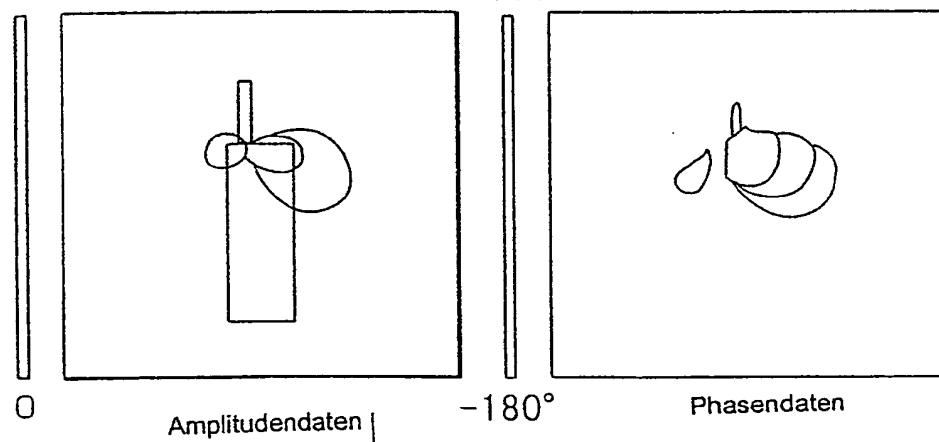
dreidimensionale Ansicht elektromagnetischer Daten/Filterdaten  $H(X,y)$   
und  $|\dot{E}(X,y,\psi = 0^\circ)|$

3.61E-06



Amplitude-Phasen-Graph (horizontal)/Filterdaten  $\dot{E}(x,y \psi=0^\circ)$

3.61E-06

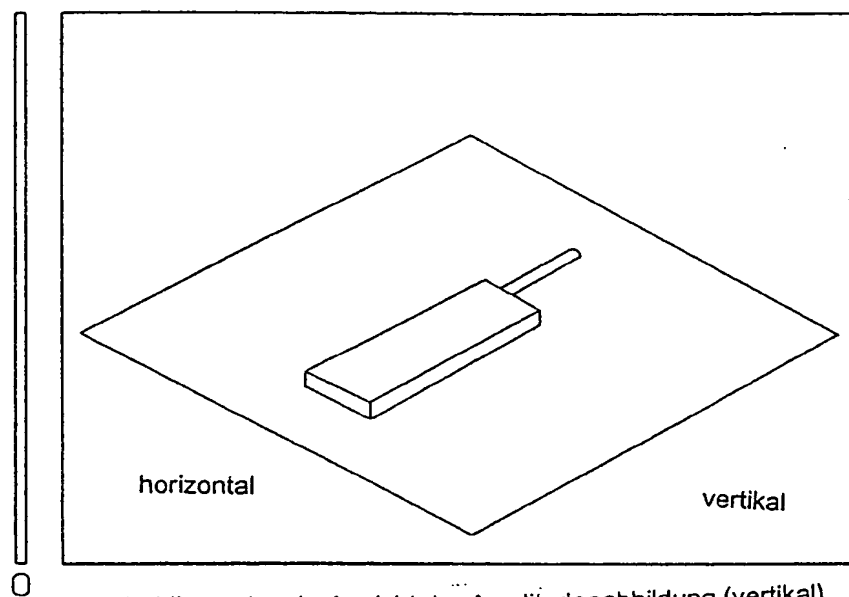


(Laser Bild)  
Kommentar: tragbares Telefon  
Bereich: 25cm

# FIG. 4

dreidimensionale Ansicht elektromagnetischer Daten/Filterdaten  $H(X,y)$   
und  $|E(X,y,\psi=90^\circ)|$

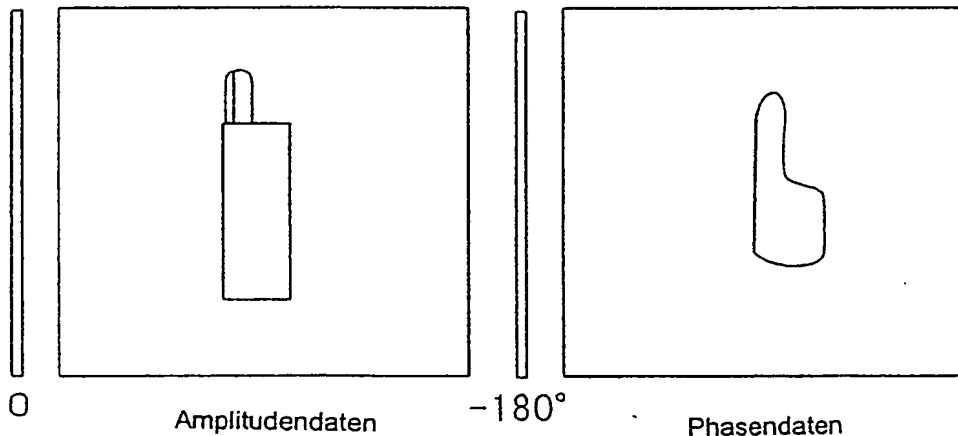
7.96E-06



dreidimensionale Ansicht der Amplitudenabbildung (vertikal)

Amplitude-Phasen-Graph (vertikal)/Filterdaten  $E(x,y,\psi=90^\circ)$

7.96E-06



(Laser Bild)  
Kommentar: tragbares Telefon  
Bereich: 25cm

FIG. 5

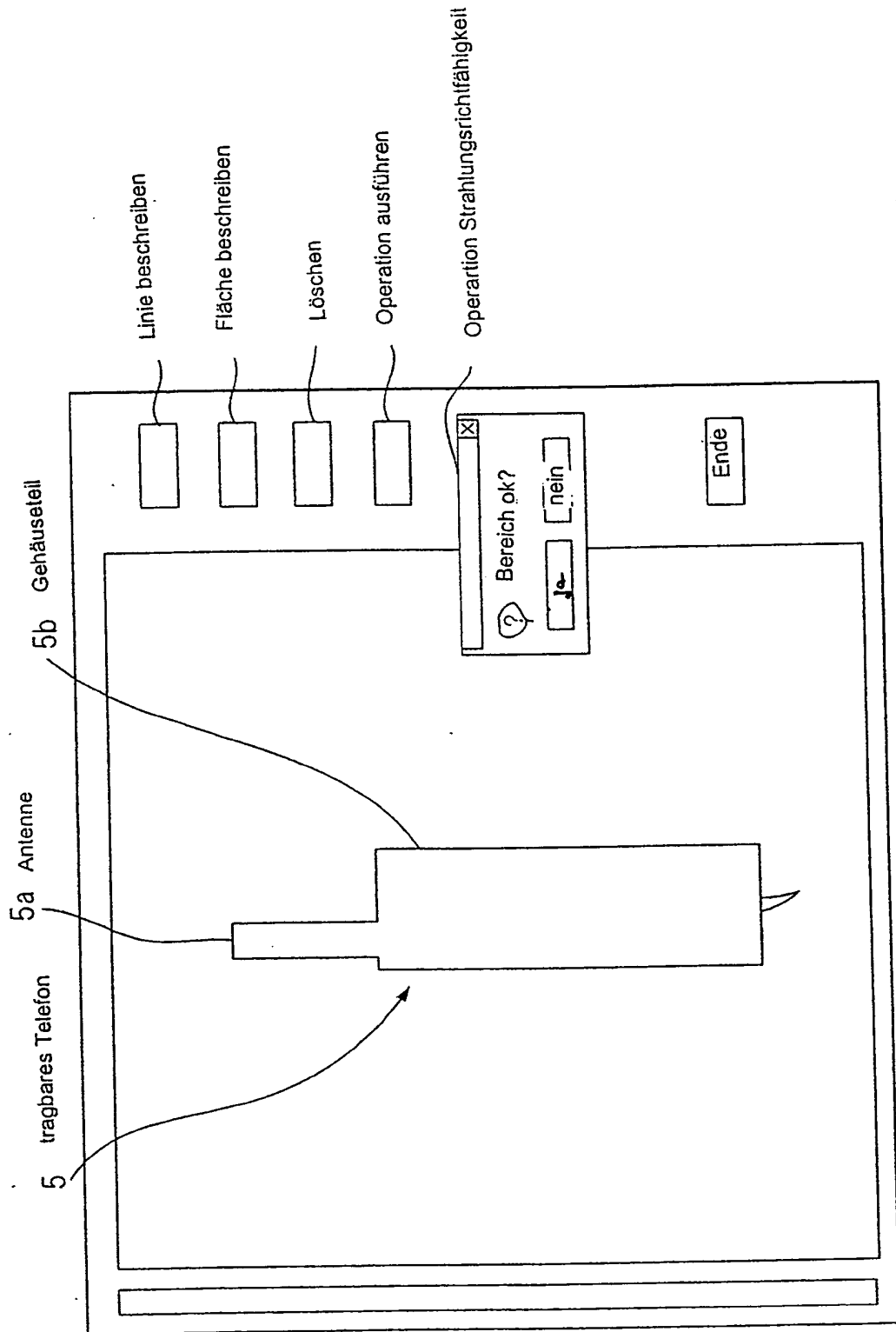


FIG. 6

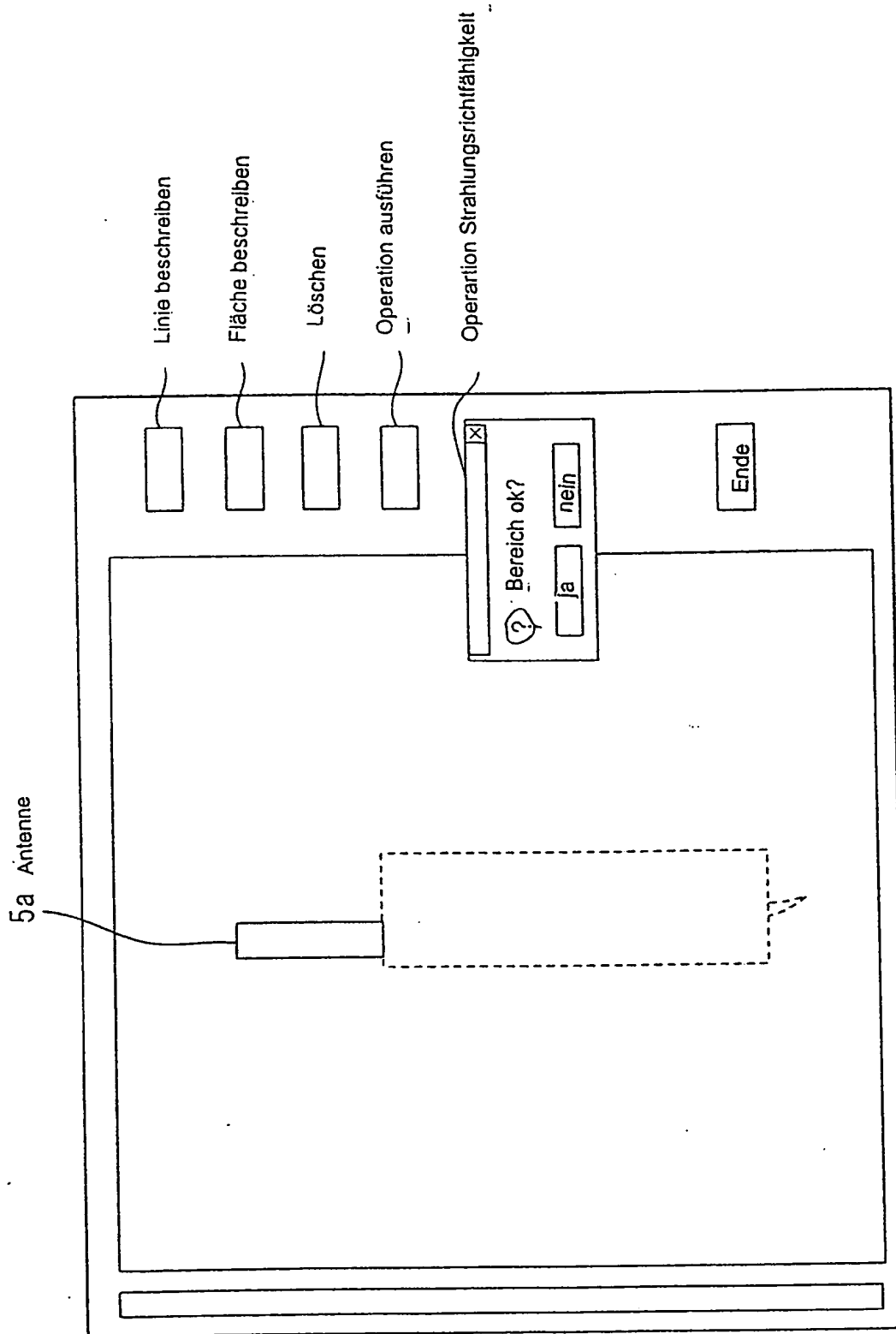
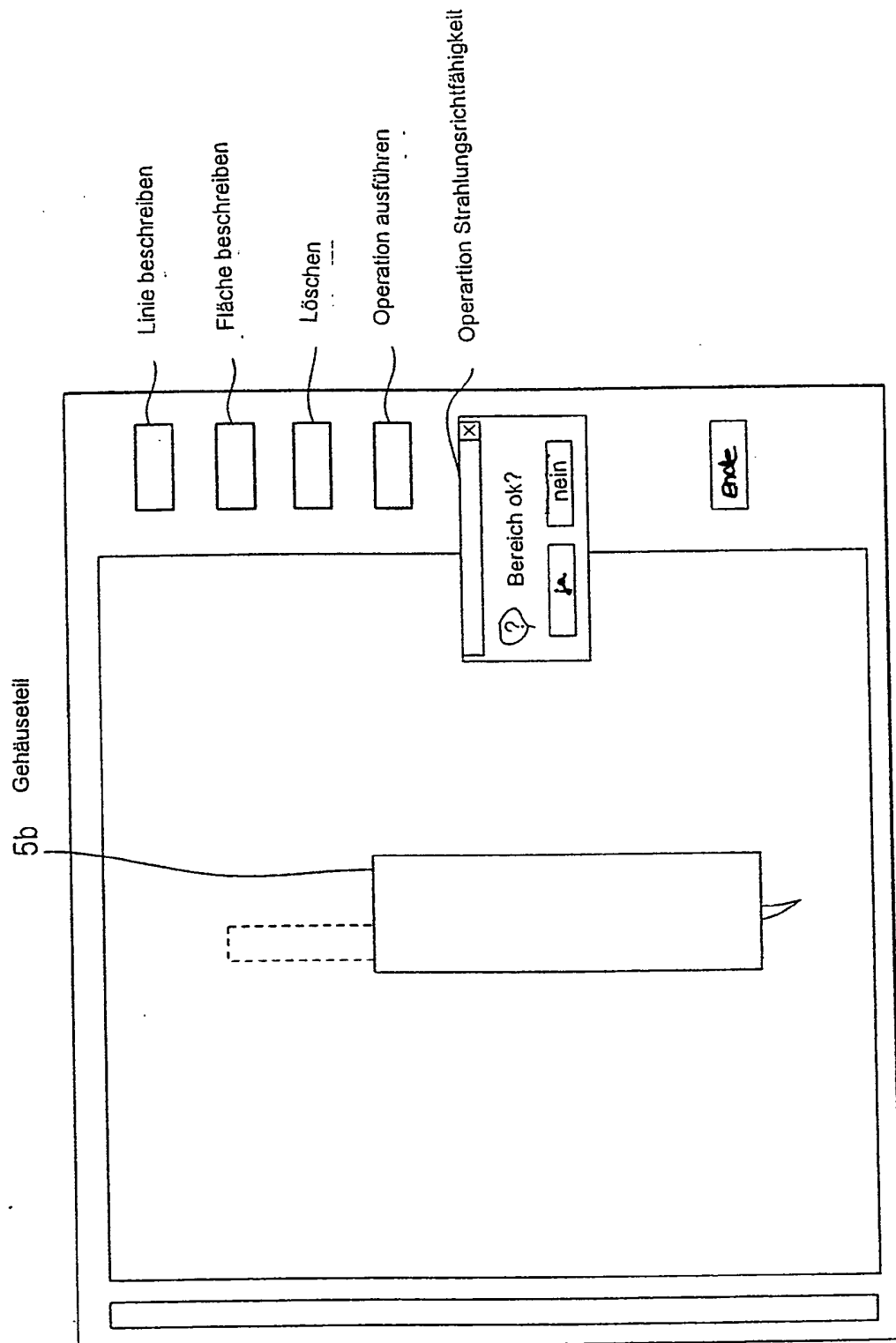
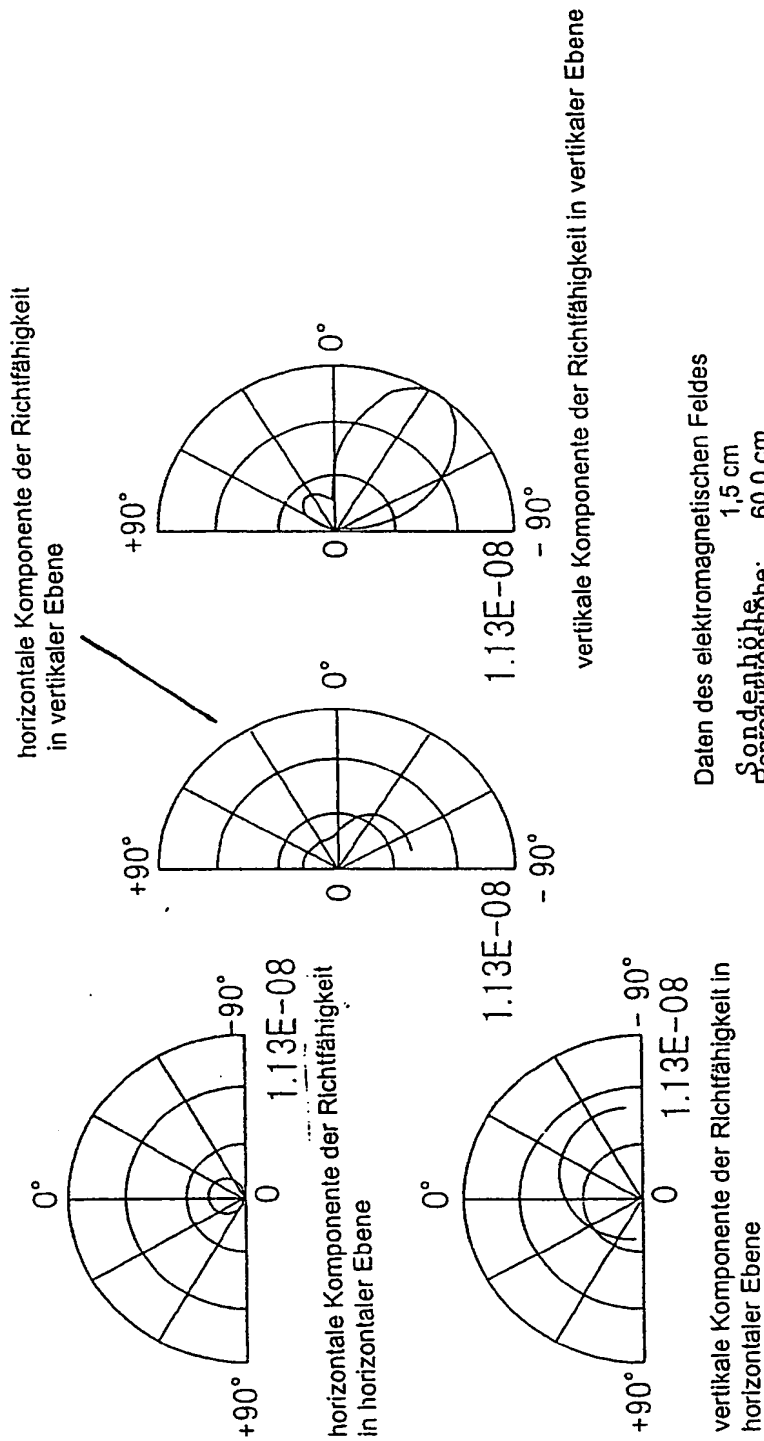


FIG. 7



Radar-Kurvenblatt der  
Strahlungsrichtfähigkeit

FIG. 8



Daten des elektromagnetischen Feldes

1,5 cm

Sondenhöhe: 60,0 cm

Reproduktionshöhe: 2000,0 MHz

Meßfrequenz: 97/12/26

Datum: 17:27:55

Zeit: oberes Frequenz-Design

Kommentar:

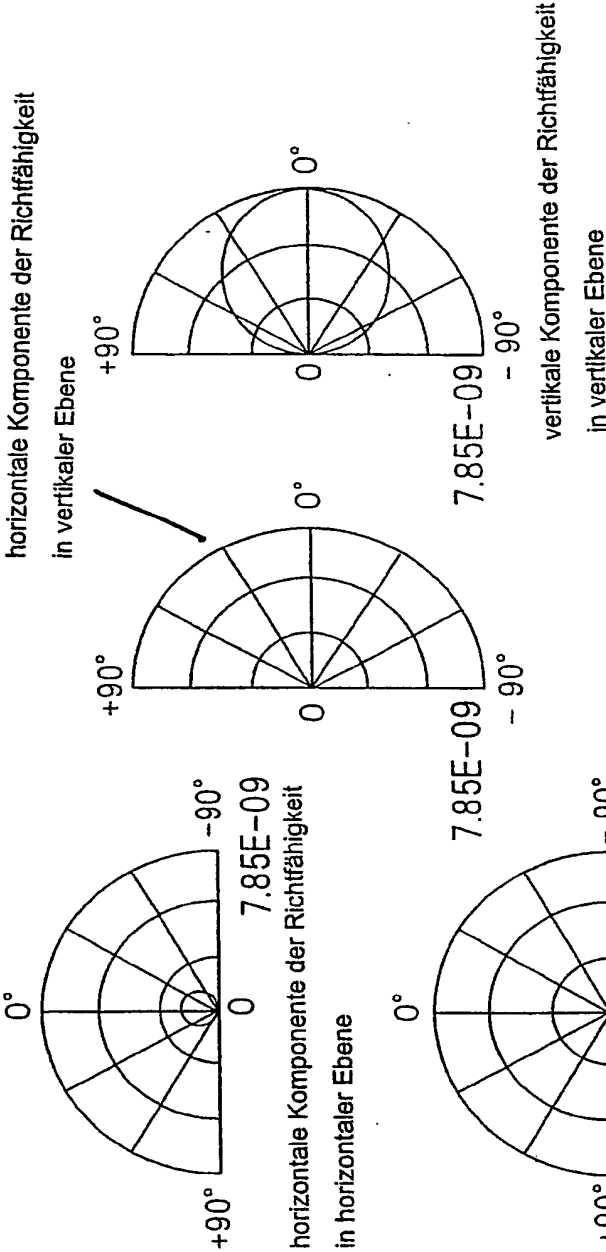
(Laser Bild)

Kommentar: tragbares Telefon

Bereich: 25cm

Radar-Kurvenblatt der Strahlungsrichtungsfähigkeit

FIG.9



Daten des elektromagnetischen Feldes

Sondenhöhe:	1,5 cm
Reproduktionshöhe:	60,0 cm
Meßfrequenz:	2000,0 MHz
Datum:	97/12/26
Zeit:	17:27:55
Kommentar:	oberes Frequenz-Design

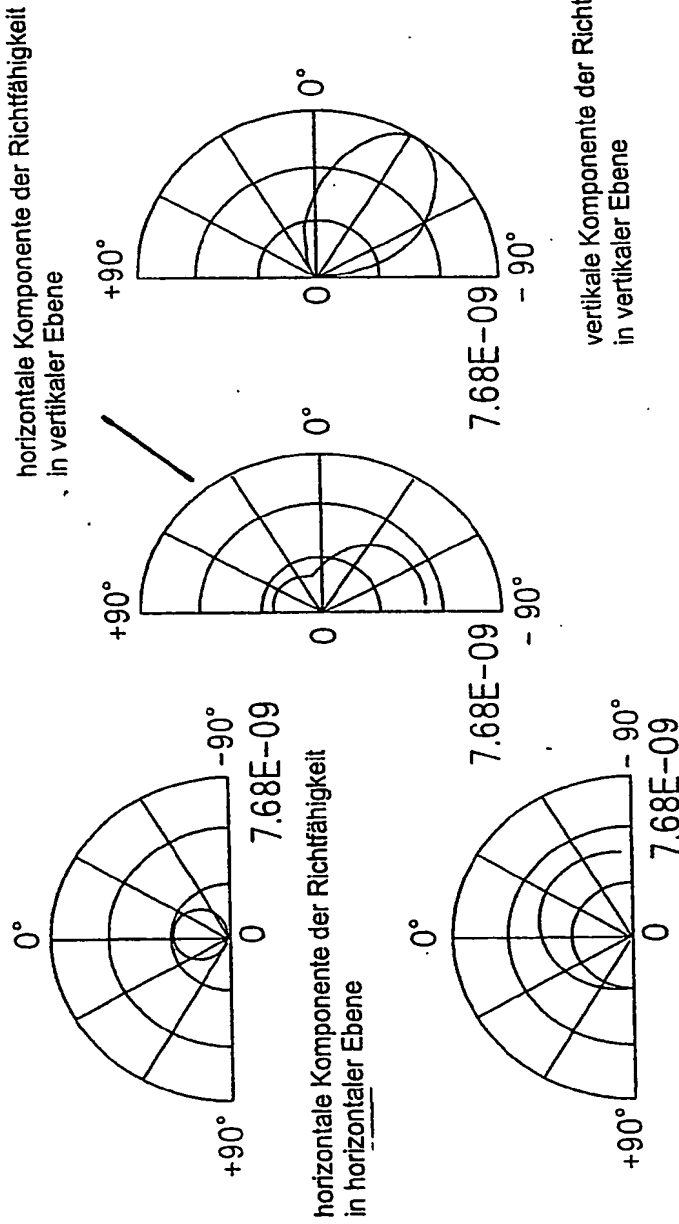
(Laser Bild)

Kommentar:	tragbares Telefon
Bereich:	25cm



FIG. 10

Radar-Kurvenblatt der Strahlungsrichtfähigkeit



Daten des elektromagnetischen Feldes

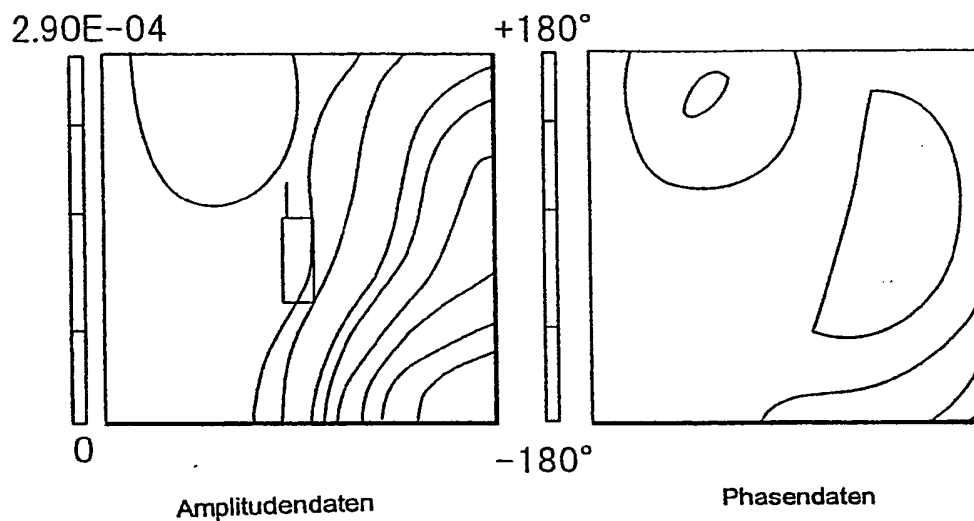
Sondenhöhe: 1,5 cm  
Reproduktionshöhe: 60,0 cm  
Meßfrequenz: 2000,0 MHz  
Datum: 97/12/26  
Zeit: 17:27:55  
Kommentar: oberes Frequenz-Design

(Laser Bild)

Kommentar: tragbares Telefon  
Bereich: 25cm

**FIG. 11**

Amplitude-Phasen-Graph (horizontal)/Strahlungsproduktionsdaten



(Laser Bild)

Kommentar: tragbares Telefon

Bereich: 25cm

## Daten des elektromagnetischen Feldes

Sondenhöhe: 1,5 cm

Reproduktionshöhe: 60,0 cm

Meßfrequenz 2000.0 MHz

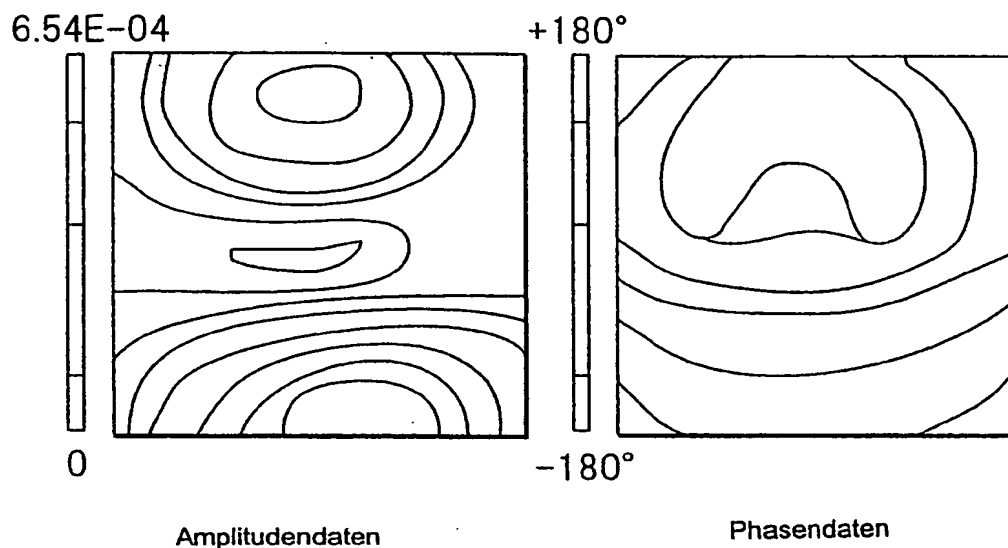
Datum: 97/12/26

Zeit: 17:27:55

Kommentar: oberes Frequenz-Design

# FIG. 12

Amplitude-Phasen-Graph (vertikal)/Strahlungsproduktionsdaten



(Laser Bild)

Kommentar: tragbares Telefon

Bereich: 25cm

Daten des elektromagnetischen Feldes

Sondenhöhe 1,5 cm

Reproduktionshöhe: 60,0 cm

Meßfrequenz 2000.0 MHz

Datum: 97/12/26

Zeit: 17:27:55

Kommentar: oberes Frequenz-Design

FIG. 13

